ORDOÑEZ E



LES CAHIERS DE L'I. F. A. L.

Un nouveau volcan mexicain : le Paricutín

par

Ezequiel Ordoñez

1945

I



INSTITUT FRANÇAIS D'AMÉRIQUE LATINE

CALLE DEL NAZAS, 43. = TELS. ERIC. 14-00-15 = MEX. J-31-75

MEXICO, D. F.

Né dans l'Etat de Mexico, le 10 avril 1867, l'ingénieur Ezequiel Ordóñez a fait ses études profesionnelles à l'école préparatoire de México. Il a, en même temps, préparé la carrière d'ingénieur des mines, se spécialisant dans les études de minéralogie et géologie, lui permettant d'être admis comme assistant géologue à la "Comisión Geológica de México" fondée en 1889, puis comme géologue à l'Institut Géologique de Mexico en 1892.

En 1897, au retour d'un voyage en Russie, comme délégué au congrès géologique international, il a été nommé sous-directeur du même Institut géologique, place qu'il a conservée jusqu'en 1906. Etudes de gîtes pétrolifères sur la côte atlantique du Mexique.

Membre de la plupart des sociétés scientifiques du Mexique, de l'American Institute of Mining and Metallurgical Engineers; de l'American Association of Petroleum Geologist; de l'American Academy of Arts and Sciences, de la South Texas Geological Society; professeur honoraire à "Institute of American Studies" de l'Université de Texas; membre honoraire de la "Sociedad Nacional de Minería de Santiago de Chile", il a effectué de nombreux voyages en Europe comme délégué à plusieurs congrès géologiques internationaux et fait des voyages d'études et d'explorations pour le pétrole en Amérique centrale et du sud, du Guatémala au Cap Horn, en Patagonie.

Croquis mostrando la extensión aproximada que cubren las

LAVAS Y CONO DEL PARICUTIN

Escala Aprox. ~ 1:40000

Sup. Aprox. cubierta por lava y cono ~ 12 Kms.^{2}

La extrema irregularidad del contorno de las lavas se debe a lo accidentado del terreno.

Enero-10-1945

Observatorio

SN. JUAN PARANGARICUTIRO

Cerro de Capatzin

PARICUTIN

Cerro de Oruzito

Cerro de Equataro

Cascada de Lava

Observatorio Actual

Observatorio Antiguo

Observatorio

CONO

CRATER

Dibujó, Eduardo Mapes V.

E. Mapes

S.

Reducción del trazo hecho por el Sr. K. Segerstrom. sobre un mapa aéreo.

LE PARICUTIN,
NOUVEAU VOLCAN MEXICAIN

I

EN hommage à la Société Géologique de France, dont je suis membre depuis 1893, j'ai préparé ce petit résumé des observations que j'ai faites depuis la naissance du nouveau volcan, nommé le "Paricutin", d'après le nom d'un petit village aujourd'hui complètement disparu sous la lave et qui était situé à deux kilomètres du point où le volcan est né.

Cette description n'a d'intérêt que parce qu'il s'agit d'un phénomène géologique extraordinaire, c'est-à-dire, la création sous nos yeux, en février 1943, d'un petit cône d'abord, qui peu à peu est devenu une haute montagne conique qui s'éleva, après une longue série de fortes explosions, dans une petite dépression de l'Etat de Michoacan. Le nouveau volcan a pris naissance dans un terrain cultivé, au Nord-Est du massif volcanique connu sous le nom de son plus haut sommet le "pico de Tancítaro". Il se situe donc à une centaine de kilomètres, en ligne droite, de l'Océan Pacifique, dont le sépare la grande chaîne de montagnes appelée la "Sierra Madre del Sur", prolongement de la "Sierra Madre Occidental". Là se trouve une vallée fertile qui descend vers la région chaude des Etats de Jalisco et de Colima; dans l'enfilade de cette vallée, on voit au loin, à partir de l'emplacement des deux villages de Paricutín et de Parangaricutiro — maintenant couverts de lave — les grands volcans du "Nevado" et de "Fuego de Colima", ce dernier en sommeil, mais avec quelques réveils intermittents.

Les quelque quatre mille habitants de Paricutín et Parangaricutiro, descendants de vieilles familles tarasques, — comme tous les habitants de l'Ouest de Michoacán, — ont dû abandonner les terres où ils vivaient, car, les cendres émises en abondance par le volcan ont, d'une part, détruit la fertilité des terres et d'autre part, les coulées de lave ont envahi une

grande partie de la contrée et détruit aussi le beau temple catholique de Parangaricutiro, qui était l'orgueil de ce vieux centre habité depuis des siècles. Ces villages étaient situés respectivement à quatre et deux kilomètres du nouveau volcan.

Voyons maintenant comment l'éruption s'est produite.

Malgré la proximité du village de Paricutín, très peu de personnes se sont rendues exactement compte du début de l'éruption. Soit par crainte d'un phénomène inconnu, soit par ignorance, les rares témoins qui ont effectivement assisté à la naissance du volcan ne sont pas tout à fait d'accord sur l'heure précise de cet événement. Cependant, tous les habitants ont commencé à être angoissés dès le 5 février (15 jours avant l'éruption), par de fréquentes secousses du sol. Le propriétaire de la parcelle de terrain où le volcan est né, l'Indien Dionisio Pulido, gardait ses moutons lorsqu'il vit surgir ~~deux~~ des petits jets de fumée blanche, qui se transformèrent bientôt, selon ses propres paroles, en de "grosses colonnes de fumée et en de grandes flammes". En même temps, des grondements souterrains de plus en plus violents et des secousses sismiques se multiplièrent; puis, au cours de la même journée, des explosions répétées se firent entendre, et finalement une haute et puissante colonne de vapeur entraînant des pierres et des poussières jaillit de la dépression. Dès les premières manifestations de cette activité souterraine, le témoin courut chez lui, puis, avec sa femme, auprès des autorités municipales pour raconter ce qu'il venait de voir; du village, on entendait déjà alors le bruit de violentes explosions.

Dans la nuit du 20 février, ces explosions atteignirent une telle force qu'elles tinrent éveillés et très alarmés les habitants des deux villages.

Le lendemain, de bonne heure, les personnes qui s'approchèrent de l'endroit où avait eu lieu le phénomène purent voir qu'un monticule d'environ 30 mètres de hauteur s'était déjà formé.

Le troisième jour, averti de la nouvelle, je me suis rendu sur les lieux, ayant passé la nuit du 23 février sans abri, tout près du cône du volcan naissant, qui avait déjà plus de 60 mètres de hauteur. Du milieu du petit cône, ébréché vers l'Est, s'écoulait une masse noire ardente de lave qui s'étendait dans la direction du Nord, au pied du cône, en laissant tomber de son front, qui s'avançait très vite des blocs incandescents de toutes dimensions et présentant la consistance d'une matière plastique à très

haute température (950 degrés centigrades environ). De certains points de ces pierres incandescentes, se détachaient de petites traînées d'une poussière rouge qui, prise dans les fentes, donnait l'image du métal fondu. Tout autour de cette coulée de lave de nature basaltique, on entendait un bruit particulier produit par les blocs de basalte se brisant par suite des brusques changements de température se produisant entre la croûte noire superficielle et la masse fondue, semi-fluide, portée au rouge blanc de la partie centrale.

Au cours des jours qui suivirent, on assista à l'arrivée de visiteurs à cheval, à pied ou en automobile, provenant en particulier de la ville d'Uruapan, située à 30 kilomètres à l'Est et reliée à celui-ci par une très mauvaise route, qui se couvrit rapidement d'une forte couche de cendres émises par le volcan. Un peu plus tard, les touristes commencèrent à affluer, venant spécialement de México et de Guadalajara, villes qui sont toutes deux reliées à Uruapan par une excellente route goudronnée. En plus de l'attrait de la visite du volcan, les visiteurs pouvaient jouir de la beauté de la route de México à Morelia et Uruapan, avec ses bois magnifiques et des groupes de hautes montagnes. La région même du volcan est couverte de bois de pins, dont on exploitait la résine, — source de richesse qui s'est tarie à mesure que les chutes de cendres firent périr ces pins. La destruction des forêts et l'épaisse couverture de cendres sur les terres arables et champs d'arbres fruitiers a provoqué la ruine complète de la région dans un rayon d'environ cinq kilomètres autour du monstre.

Actuellement, par suite de l'accumulation de pierres, bombes, scories, sables et cendres rejetés constamment du fond du cratère, le cône atteint déjà une hauteur de 450 mètres au-dessus des terres cultivées où il est né, avec un diamètre d'environ 1.350 mètres à sa base, dont la forme est légèrement elliptique. L'altitude du sommet est de 2.770 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Ce qui est particulièrement instructif, au point de vue vulcanologique, est le fait que le Paricutín a pris naissance au milieu d'une immense région volcanique, couvrant presque tout l'Ouest de l'Etat de Michoacan, sur une étendue de plus de 16.000 kilomètres carrés. Dans toute cette région, le nombre des volcans, petits et grands, est énorme. Tous sont apparus entre le pliocène à la période actuelle, et sont constitués par des ba-

saltes très semblables entre eux, comme l'atteste l'étude des nombreuses et larges coulées de lave couvrant toute la contrée et qui sont très visibles magré les épaisses forêts qui les recouvrent.

A première vue, les nombreux volcans de cette région se reconnaissent tous par leur forme de cône tronqué, ce qui indique l'existence d'un cratère plus ou moins érodé. L'existence et l'excellent état de conservation des petits volcans surgissant sur les flancs des grandes montagnes à leur base, ou au bord des vallées, permettent de penser que tous ces petits cônes sont de formation très récente, et se présentent comme de vrais parasites des grands volcans plus anciens qui les supportent. A ce point de vue, la naissance du Paricutín ne présente aucun caractère exceptionnel; il y a 185 ans, en septembre 1759, un autre volcan, très semblable au Paricutín, le "Jorullo" est apparu au milieu d'un champ de cannes à sucre, à 80 km au Sud-Est de l'emplacement du Paricutín; mais ce dernier est plus important car déjà la surface couverte par les coulées de lave est supérieure à celle du "Jorullo". Par contre, le "Jorullo" a cinq petits cônes parasites à sa base, et le Paricutín n'en a encore qu'un seul, appelé le "Zapicho". Mais il est encore temps d'en voir surgir d'autres. Le Paricutín présente en effet à l'heure actuelle, à quelques détails près, la même activité qu'au cours de sa première année d'existence.

II

Dès l'apparition du nouveau volcan, la "Comisión Impulso y Coordinadora de la Investigación Científica de México" m'a fait l'honneur de me charger d'en faire l'étude. C'est ainsi que, malgré mon âge très avancé, et les inconvénients d'un climat très froid, les fréquentes pluies de cendres et de scories, les continuels tourbillons produits par la dilatation de l'air chaud au contact des laves, j'ai passé de longs séjours au pied du volcan, dans une cabane improvisée, à moins d'un kilomètre et demi du centre de l'éruption. C'est là que j'ai pu admirer le beau panache de vapeurs, qui atteint parfois jusq'à 5 km. de hauteur et, pendant la nuit, de laves portées au rouge, qui s'élèvent à 300 ou 400 mètres de hauteur, pour retomber en illuminant parfois les pentes extérieures du cône, en roulant jusqu'à sa base. C'est de là, aussi, qu'on entend le mieux le bruit

des explosions, semblables à des salves d'artillerie, au bruit du tonnerre lointain, et, quelquefois à des rumeurs légères comme le bruit des vagues de la mer déferlant sur la plage.

Combien de fois, en face de ce spectacle magnifique, au milieu du paysage triste et désolé des champs couverts de lave, et des montagnes ravinées, semées d'arbres squelettiques, ou marchant au pied du cône et examinant la lave encore rouge des grandes bombes volcaniques aux formes étranges, en voyant, de si près la colonne du volcan et en entendant ses explosions souterraines, ma pensée se concentra en tâchant de m'expliquer ces phénomènes des éruptions volcaniques, dont les causes ne sont pas encore définitivement élucidées.

III

Revenant à l'historique de l'éruption du Paricutín, disons que les explosions du début ont duré près de trois semaines, comme si elles avaient été provoquées par l'ouverture d'un conduit ou cheminée de sortie assez large pour permettre le dégagement d'un volume croissant de vapeurs soumises à une très forte pression. Cette opinion se fonde sur le fait qu'à la suite de cette période des premières explosions, remarquablement fortes, il y eut des émissions continues et relativement silencieuses d'énormes masses de vapeurs, et expulsion de quantités de bombes, de sable, et de cendre, avec seulement un léger murmure et de faibles explosions coïncidant avec les plus fortes émissions de vapeurs. Comme ce type d'éruption a été, dès lors, le plus fréquent, nous l'avons appelé la "période d'éruption silencieuse". Ces phases, pendant lesquelles le volcan présente un panache se formant sans grand bruit, succèdent très souvent aux périodes pendant lesquelles les nouvelles coulées de lave ont réussi à se frayer une issue à la surface du terrain, issue qui correspond toujours à une ou plusieurs bouches situées à la base du cône. Jusqu'à présent, nous n'avons pas compté moins de 28 coulées différentes de lave, progressant chacune pendant une durée allant de trois semaines à trois mois, et sorties des différentes bouches toutes placées près les unes des autres, au S.-O. et tout près de la base du volcan. Il paraît cependant exister com-

me une ligne de plus faible résistance ou ~~une~~ des courtes fractures permanentes de direction S.-O.—N.-E. et traversant le cône de part et d'autre.

Depuis la naissance du volcan, ces coulées de lave se sont succédées les unes aux autres, en se superposant en partie, formant souvent des "coupoles", par suite du gonflement de la lave superficielle refroidie sous la pression du magma fluide s'écoulant en-dessous. C'est ainsi qu'on a pu voir au N.-O. du cône, une série de collines de lave de près de 160 mètres de hauteur qui se sont formées de cette façon, tandis qu'en d'autres endroits, on voit de grands plateaux allongés, hérissés de tourelles, de petits pics et d'autres formes bizarres produites par la poussée interne de la lave.

Quelques jours après la fin de l'émission d'une coulée de lave, et avant que ne sorte une nouvelle coulée, on entend des explosions plus longues, plus fortes et répétées, et aussi des grondements semblant venir d'une grande profondeur, le tout coïncidant avec une diminution de la colonne de vapeurs et il y a même des instants durant lesquels on ne voit aucune émission de vapeurs, comme si les interruptions dans l'ascension de la lave et le ralentissement temporaire de l'activité interne, provoquaient une ~~destruction~~ obstruction dans le conduit des laves fluides, sur le point de se vider partiellement. Pourtant, ces fortes explosions et d'autres bruits ne sont que la conséquence d'une nouvelle ~~ouverture~~ réouverture de la cheminée à un certaine profondeur au-dessous de ses diverses bouches. C'est ce qui explique aussi que, pendant la période des explosions, les quantités de vapeurs émises sont réduites et cessent même complètement, comme on l'a indiqué précédemment. Une fois l'éruption redevenue normale, la période silencieuse se reproduit parfois jusqu'au moment où la nouvelle lave cesse de couler et où il apparaît une autre coulée par une nouvelle bouche. En plus de ces alternatives d'éruption silencieuse et d'éruption explosive, le même changement se produit pendant de courtes périodes au cours de l'une ou de l'autre de ces phases, ce qui prouve que d'autres phénomènes doivent aussi avoir lieu.

Un autre aspect intéressant de l'éruption est l'émission de vapeurs par le cratère, très semblable à l'échappement de gaz et de vapeurs à grande pression par un conduit étroit. Ce phénomène est certainement dû à une réduction ou à une multiplication des bouches par lesquelles s'échappent les vapeurs. Des bruits semblables se produisent, mais moins intenses, quand ~~la lave sort~~ les vapeurs sortent comme ferait une locomotive qui se met en mar-



Fig. 2.—*Le front de la coulée de lave du côté de San Juan*



Fig. 1.—*Les crevasses ouvertes au bord du plateau des Hornitos (2 nov. 1944)*



Fig. 3.—~~Scories~~ à la base du cône avec une
Un petit Volcancita toute petite coulée de lave.



Fig. 4.—*L'activité du volcan, du poste d'observation de San Juan, le 25 janvier 1945*

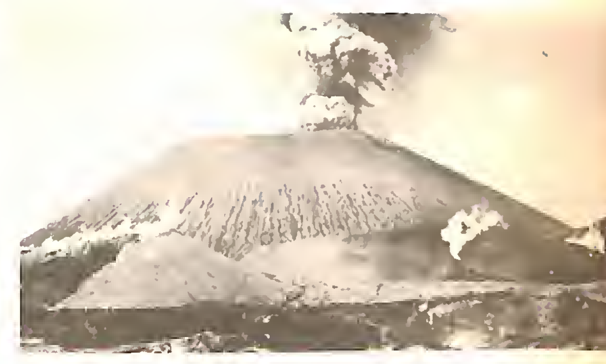


Fig. 5.—*Le cône volcanique vu le 16 septembre 1944*



Fig. 6.—*La* bouche d'une *coulée de lave* ~~*couvre les dépressions du terrain*~~ a la base ouest du cone *(20 octobre 1944)*



Fig. 7.—*Sur la colline primitive de droite, une nouvelle coulée de lave très noire passe, le 26 janvier 1945, et recouvre la coulée d'octobre 1944)*



FIG. 8.—*La* Structure d'une coulée de lave encore chaude près de la bouche de sortie *~~lave et ses crevasses, d'où sortent des bulles de gaz chlorés.~~*



FIG. 9.—*~~Monticule~~* "Hornito" *de 3 mètres de hauteur formé par des pierres et scories incandescentes lancées par ~~un~~* son *petit cratère (24 mai 1944)*



FIG. 10.—*Une bombe volcanique avec structure ~~de~~* en *chou-fleur (très commune)*



FIG. 12.—*Le cône couvert de laves incandescentes; en avant et à gauche, une petite ~~plateau~~ colline enciene couvert de cendres. (27 janvier 1945)*



FIG. 11.—*Activité du volcan le 22 avril 1943.*



FIG. 13.—*Le soir de son anniversaire (20 février 1945) le cône n'émet aucune fumée.*

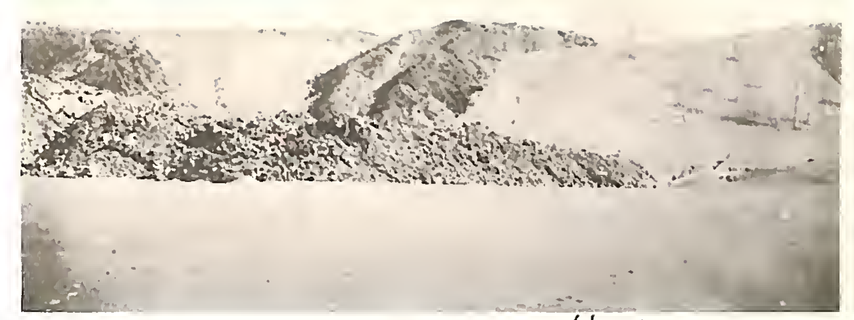


Fig. 14.—*Vue, prise le 19 février 1945,* ~~*de la*~~ de'une *coulée noire* ~~*de la figure 6*~~



Fig. 15.—~~*La*~~ Une *cascade de lave en mouvement, le 19 février 1945.*



Fig. 16.—~~*Les*~~ *deux couches de lave superposées (27 février 1945)* celle au dessus toute fraiche



Fig. 17.—*La maisonnette du poste d'observation (16 septembre 1944)*



Fig. 18.—*La coulée de lave atteint la place de San Juan (7 novembre 1944)*



Fig. 19.—*Le cratère du Paricutin le 23 janvier 1945. (Photo W. F. Foshag)*



Fig. 20.—*Vue du Paricutín prise le 27 novembre 1944*



Fig. 21.—*Vue du Paricutín prise le 27 décembre 1944*



Fig. 22.—*La colonne de vapeur vue le 25 janvier 1945*



Fig. 23.—*La coulée de lave du 3 octobre. Au fond, colline de Cutato.*



Fig. 24.—*Vue du Paricutín prise du Nord-Ouest (26 novembre 1944)*



Fig. 25.—*Couches stratifiées de cendres coupées par les pluies (6 novembre 1944)*

che. Le même fait se produit aussi dans les champs de lave fraîche, ~~auprès~~ des bouches ~~où se sont formés~~ des "hornitos", surtout pendant les huit premiers mois. Ce sont là de petites éminences coniques de quelques mètres de hauteur d'où s'échappent, par de petits cratères, quelques blocs pâteux ainsi que des gaz bleuâtres composés surtout de chlore et d'acide chlorhydrique. Nous avons appelé ces petits cônes actifs des "volcancitos"; ils présentent en effet toutcs les caractéristiques d'un volcan en miniature, avec projection de blocs en fusion à quelques mètres de hauteur et émission de minusculcs coulées de lave de 15 à 20 mètres de longueur. Ces petits cratères présentent souvent des bouillonnements de lave fluide animés de mouvements de pulsation.

Au moment où la lave se fraya une issue au S.-O. du cône, un spectacle merveilleux s'offrit à nos yeux. Par un orifice brusquement dégagé dans la coulée de laves fraîches, on vit fuser vers l'extérieur un jet de gaz composé principalement de chlore et chassant avec force des blocs semi-fluides. Ceux-ci, en retombant, formèrent bientôt autour de l'orifice un bourrelet d'environ un mètre de hauteur. Puis, la lave fluide apparut cn bouillonnant et rompit ce bourrelet dans sa partie la plus mince pour se mettre à couler comme du métal en fusion; ainsi se forma une petite rivière lente et sinueuse; quand elle eut une dizaine de mètres, la surface de la lave commença à se refroidir et à former une croûte noire sous laquelle continua l'écoulement, en dégageant une intense chaleur; à la bouche de sortie comme sur le front de la coulée, la lave était de couleur jaune rougeâtre, assez analoguc à de la fonte en fusion; peu à peu, cette couleur uniforme se tachait de petites croûtes scoriacées d'une teinte gris-acier. La vitesse d'écoulement était de l'ordre d'un mètre par seconde; elle dcpendait naturellcment de la pente du terrain et dans le cas de dénivellation, de véritables cascades pâteuses se formaient.

Au mois de Juin 1943, deux faits surprenants se sont produits:

D'abord, le 9 Juin, une partie du flanc nord du cône s'effondra à deux reprises, avec un bruit formidable. Les deux glissements, de quelques centaincs de mètres de longueur, formèrent de longs monticules ou collines, séparés par deux ravins entre lesquels sortirent deux coulées de lave qui, en se réunissant, formèrent une seule masse qui arriva en quelques jours aux alentours du village de Paricutín situé au N.-O. du volcan.

C'cst alors que les habitants de Paricutín durent émigrer de leur

village natal et, avec l'aide du Gouvernement Fédéral, allèrent s'installer dans le village de Caltzonzin, au S. de Uruapan.

Le 14 Juin, à une centaine de mètres au-dessous du bord N.-E. du cratère, une petite bouche s'ouvrit dans le flanc du cône où la lave liquide qui en surgit forma un tout petit demi-cône coupé en deux, et donna naissance à une cascade de 80 mètres de longueur qui s'étendit en éventail plus bas, puis alla se perdre sur la croûte refroidie de la lave antérieure qui entoure la base N. du cône.

Un autre incident remarquable, se produisit au cours de l'année 1943, dans la nuit du 18 au 19 octobre: Ce fut la création du petit volcan auquel nous avons donné le nom de "Zapicho" qui, en langue tarasque veut dire "jeune garçon". Dans la nuit en question, à la base N.-E. du cône, sept petites bouches s'ouvrirent, avec projection de pierres incandescentes et de vapeurs contenant du chlore. Quelques jours après, toutes ces bouches avaient disparu, sauf une qui projeta des gerbes de lave fluide jusqu'à une hauteur de 40 mètres. Les pierres et scories rejetées par cette bouche finirent par édifier un petit cône, ébréché au nord, de 70 mètres de hauteur et de près de 200 mètres de diamètre, par où sortit une très grande coulée de lave vomie par une petite bouche située au milieu du cratère. Pendant les 79 jours que dura la période d'activité du "Zapicho", à part des bombes et des pierres, ce petit volcan émit des scories blondes, d'un aspect vitreux, de texture fibreuse, parmi lesquelles on voyait de petits morceaux composés de filaments semblables à ceux nommés "cheveux de Pèlée" aux Iles Hawaï.

IV

Au cours de la première année d'éruption du volcan, les projections de pierres, de bombes et de scories ont été énormes et leur volume considérable, ce qui explique la rapide croissance du grand cône. Dans cette même année 1943, les bombes semi-fluides projetées par le cratère et s'élevant en l'air prenaient en tombant des formes très bizarres imitant des troncs d'arbres, des animaux, des hommes morts et d'autres formes capricieuses. Nous avons vu des bombes tomber à une distance d'un Km. 1/2 au-delà de la base du cône, avec une plasticité suffisante pour s'ap-

platir en touchant le sol. Ces pierres et autres bombes tombées intactes, avec leurs formes étranges, produisaient en tombant une petite dépression dans le sol. Ces bombes atteignent parfois de grandes dimensions et pèsent jusqu'à 15 ou 20 tonnes.

Quelques jours après la naissance du volcan et pendant la première année d'activité, nous avons observé l'expulsion de matériaux d'origines diverses; ~~au milieu~~ parmi des blocs, des pierres et des bombes lancés par le cratère, constituées surtout par du basalte massif et scoriacé, nous avons découvert de nombreuses pierres blanches généralement enveloppées d'une mince croûte de basalte; c'étaient là des fragments des parois profondes du conduit d'éruption, arrachés et entraînés avec la lave. Bien qu'altérés et en partie refondus, ces matériaux furent identifiés comme des monzonites, ~~en~~ quartzifères, des diorites et des porphyres dioritiques; nous avons également récolté des échantillons volumineux de quartz fibreux refondu et des cristaux déformés présentant nettement la couleur de l'améthyste.

Les cendres mêlées aux vapeurs de la colonne, transportées par les vents sont entraînées à de grandes distances. On en a recueilli, en avril 1943, sur les toits de la ville de México, soit à 300 km à vol d'oiseau. Les vapeurs formant le panache du volcan sont composées surtout de vapeur d'eau, mais aussi de beaucoup d'autres éléments gazeux en très petites quantités, le tout venant des grandes profondeurs par la cheminée traversant la croûte terrestre, cheminée ~~haute~~ de plusieurs dizaines de kilomètres au dessous de la surface du sol. On a pu reconnaître, mélangés à la vapeur d'eau, du chlore, un petit peu de soufre, de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone. Il doit y avoir également d'autres gaz.

A ce propos, nous voulons dire quelques mots au sujet d'un phénomène lumineux que nous avons pu observer, quoique rarement, et que nous avons appelé "halos fuyants". Ceux-ci consistent en une lueur brillante et instantanée qui enveloppe tout le sommet du cône, de même qu'une partie du panache, sans qu'il se produise aucun bruit, ni aucune explosion simultanée. A ce phénomène, dû probablement aux épanchements violents de gaz, les géologues américains ont donné le nom d'"ondes de compression".

V

L'aspect général des coulées de lave déjà refroidies à la surface est celui d'un grand amoncellement de pierres, de toutes grandeurs, depuis des morceaux ronds, du volume du poing, de couleur rouge à texture cellulaire ou scoriacée, jusqu'à des grands blocs de roches massives noires, divisées parfois en dalles courbées ou tordues. De cet amoncellement de roches sortent ici et là de petits pics, des tourelles et d'autres formes capricieuses résultant de la poussée intérieure exercée par la lave encore fluide à travers la croûte déjà refroidie au contact de l'atmosphère. Pendant l'écoulement de la lave, on entend un bruit léger, dont nous avons parlé plus haut, et l'aspect général de la coulée se modifie d'un jour à l'autre. Comme la lave coule au-dessous de la croûte refroidie, on ne distingue pas la progression de cette ~~croûte~~ lave, excepté aux extrémités escarpées des coulées ou dans les rivières de lave. Aux fronts des coulées le mouvement est marqué par la chute presque continuelle de quartiers de lave à demi-fondue.

Au mois de juin 1943, l'injection de lave fluide à l'intérieur de cette croûte partiellement solidifiée donna naissance à une série de coupoles telles qu'on en voit encore au N.-O. du cône. Ces coupoles ont été déplacées ~~quelquefois~~ jusqu'à 600 mètres en deux semaines, comme des masses flottantes. Ces grands dômes se trouvent actuellement à une hauteur de 165 mètres au-dessus du terrain plat où est né le Paricutín. Un autre groupe de pics et de tours, que nous avons nommés "la Cathédrale" a été transporté flottant sur la lave fluide à plusieurs centaines de mètres de distance pour s'arrêter finalement au pied d'une colline ancienne.

Un autre fait remarquable est l'épanchement de lave fondue à partir des fronts de coulées de lave déjà refroidies superficiellement. Ces coulées secondaires forment de petites rivières et même de petits lacs quand elles rencontrent une dépression locale. On distingue ces coulées accidentelles, sorties des scories des fronts de laves antérieures même lorsqu'elles sont refroidies, par la structure particulière, très vacuolaire et rugueuse de leur surface.

Les grandes coulées de lave, qui ont envahi le village de San Juan Parangaricutiro pendant les mois de juin et juillet 1944, on été ~~émises~~ sorties a la surface à

partir du grand escarpement de lave du "Zapicho", front situé à deux kilomètres à l'Est du village. Cette coulée, qui envahit tout le village, présente une surface très irrégulière et pleine d'aspérités, surface qui a été comparée du fait de la forme cylindrique et recourbée qu'elle affecte souvent, à celle des grands pneus d'automobiles, selon une expression imagée des Indiens de Parangaricutiro.

VI

En profitant des heures où l'éruption se ralentit et où il y a peu de projections de bombes, beaucoup de géologues sont montés jusqu'aux bords mêmes du cratère. Ils ont mesuré la profondeur de l'entonnoir, qu'ils ont évaluée à 115 mètres à peu près, et ils ont pu constater l'existence de deux bouches, l'une composée de plusieurs petites ouvertures à parois incandescentes, l'autre, plus large, qui à ces moments n'émettaient que peu de vapeurs. Les pentes de l'entonnoir, très inclinées, étaient couvertes de sable, de pierres, formant des petites crêtes isolées. Ces bouches changent naturellement souvent de forme, de même que d'emplacement et de dimensions. Ce qui est très surprenant, à mon avis, c'est la dimension très réduite de ces bouches, quelques dizaines de mètres tout au plus, si on les compare avec le volume énorme des vapeurs formant le panache du volcan.

Nous devons mentionner le fait que, pendant les éruptions dites "silencieuses" du volcan, on voit très souvent, à l'intérieur même de la colonne de vapeurs, des éclairs semblables à ceux qui accompagnent les orages atmosphériques. Après l'apparition de l'éclair, on entend un bruit de tonnerre; mais ce bruit ne se répercute pas dans l'atmosphère et semble au contraire localisé seulement dans la colonne de vapeurs, ceci semble dû à la différence de densité entre cette colonne de vapeurs et l'atmosphère ambiante.

VII

Nous devons dire, pour terminer, quelques mots de la tragédie qui s'est déroulée par suite de la destruction du village de San Juan Paranga-

ricutiro. Au moment où la lave était encore à une distance de 2 kilomètres, et, prévoyant qu'elle envahirait rapidement le village en question, j'ai averti le gouvernement de l'Etat de Michoacan et le Ministre de la Défense Nationale, qui a toujours montré tant de sollicitude envers les habitants de son Etat natal, de la nécessité urgente d'évacuer la population de San Juan (3500 h. environ). Aux premiers jours du mois de juin 1944, la lave devait en effet arriver aux abords du village, recouvrant les tombes du cimetière, tandis que les habitants commençaient à déménager. Le Gouvernement avait déjà aménagé un endroit pour y installer les réfugiés, mais des divergences d'opinion entre quelques chefs de famille retardèrent l'évacuation. Heureusement la coulée de lave avait alors ralenti sa progression, s'arrêtant même pendant quelques jours. Finalement, toutes les familles décidèrent de s'en aller, car vers le début de juillet, la lave s'était remise à couler et envahissait, le 8 de ce mois, la place centrale, entourant la vieille église d'où les Indiens avaient déjà enlevé tous les tableaux, et surtout la statue du "Cristo de los Milagros", très vénérée par les habitants de la région.

Actuellement, il ne reste de l'église que sa façade et le clocher qui se dressent tristement au-dessus de la lave qui a envahi le village. La foi naïve des habitants et leur tristesse d'abandonner l'endroit qui les a vu naître, a donné lieu à des scènes émouvantes, comme celles à laquelle j'ai assisté, une nuit de juillet dernier: un groupe de femmes du village s'était agenouillé tout près, en face de la lave, malgré la chaleur intense, et implorait la grâce divine en chantant des cantiques pendant que des groupes de jeunes garçons regardaient, impassibles, la triste scène.

VIII

Quoi qu'on entende de temps en temps des explosions venant sans doute des grandes profondeurs, la plupart des bruits, explosions, coups soudains, grincements, etc., semblent avoir lieu près de la surface ou dans les bouches mêmes du conduit au fond du cratère, ayant pour causes la sortie violente des vapeurs à grande pression, et, peut-être aussi, à des obstructions momentanées ou à des réductions de ces bouches. On entend aussi le bruit continu dû à l'échappement violent des vapeurs qui

montent, au-dessus du bord du cratère avec une vitesse de vingt à trente mètres par seconde et souvent plus vite, quand des jaillissements fluides très noirs sortent violemment comme des colonnes denses composées de pierres, bombes, sable, cendres, etc. Au cours de la première année d'activité, ces jaillissements violents étaient plus nombreux et la colonne formée s'élevait à 650 mètres au-dessus des lèvres du cratère. Certaines explosions étaient probablement dues à des réactions gazeuses qui se produisaient au contact de l'air atmosphérique.

L'interprétation de certains phénomènes est rendue compliquée par le fait qu'on n'a pas pu observer de relation entre la colonne gazeuse expulsée par le cratère et les émissions de laves par les bouches latérales situées près de la base. S.-O. du cône. La sortie de la lave n'est accompagnée que d'une faible émission de chlore et autres gaz, et de très peu de vapeur d'eau. Il semble que ce soient des conduits et des bouches différentes qui servent au contraire à l'évacution des grandes quantités de vapeur d'eau composant le puissant panache.

Excepté les laves qui ont donné naissance au "Zapicho", à la base N.-E. du cône, au mois d'octobre 1943, et qui montaient comme des flammes à quelques dizaines de mètres au-dessus de la bouche, toutes les sorties de laves de la base S.-O. du cône ont lieu sans aucune force ascensionnelle, comme si le niveau de ces laves correspondait à leur niveau dans le conduit principal, mais s'échappant par une fissure ou un conduit latéral étroit, dirigé vers le S.-O.

Depuis la naissance du volcan, et excepté la première qui est sortie par le petit cratère en voie de formation, toutes les coulées sortent par des bouches qui s'ouvrent soudainement au pied du cône, et un fait surprenant, ce sont les dimensions toujours très réduites de ces bouches en comparaison avec l'énorme masse de matières fondues. Il faut dire que les laves de ce volcan couvrent déjà une surface de plus de douze kilomètres carrés et que des coulées se sont déjà avancées à 6 et 7 kilomètres de leur point de départ. Un calcul assez grossier du volume total de la masse de lave sortie jusqu'à présent conduit à penser qu'il atteint environ quatre cents millions de mètres cubes, rien que pour ce qui concerne le magma solidifié; mais il y faut ajouter l'énorme masse de sables et de cendres vitreuses qui couvrent une surface beaucoup plus grande et sur une épaisseur allant de quelques centimètres à plusieurs mètres. Sur plus de 20

kilomètres carrés des forêts épaisses de pins sont détruites, et l'étendue des terrains cultivés, qui sont aujourd'hui recouverts de cendres, est encore bien plus vaste.

Entre le niveau des laves qui sortent de la base du cône et le fond du cratère la dénivellation est de plus d'une centaine de mètres; mais les orifices de sortie latéraux ont plusieurs fois changé de niveau au cours de l'éruption. En août 1943, nous avons vu des jets de lave fluides monter de quelques mètres au-dessus du bord du cratère et même quelques blocs pâteux rouler sur les pentes extérieures du cône, comme si les laves fluides se trouvaient à peu de profondeur dans le cratère. Les jets de lave de la fontaine du Zapicho indiquaient que le niveau de la lave dans le conduit était plus haut que la sortie de la fontaine.

Quand nous voyons le nombre ~~d'accidents~~ des cones volcaniques, grands et petits dans l'immense aire du Michoacan, qui sont nés les uns après les autres, avec des intervalles de centaines et de milliers d'années depuis le commencement du pliocène et peut-être bien au-delà de cette époque, nous ne pouvons que demeurer confondus devant cette longue histoire. Nous éprouvons la même impression troublante en face des autres régions volcaniques du Mexique où les processus se sont développés de la même manière depuis la fin du miocène, créant les plus hautes chaînes montagneuses du pays, autour desquelles on observe de nombreux petits cônes du type du Paricutín. Ceci signifie que nous retrouvons chez nous les mêmes constantes que dans toutes les régions volcaniques du globe. Le volcanisme demeure un phénomène permanent à travers de longues périodes géologiques; il met en évidence des causes profondes relatives à des aires déterminées de notre globe; les laves sont de nature semblable, ainsi que les successions pareilles dans toutes ces régions semées de volcans et de grandes coulées de laves. Des savants illustres d'un grand nombre de pays ont déjà émis des hypothèses intéressantes sur la constitution interne de notre globe terrestre et sur l'interprétation des phénomènes volcaniques. Nul doute que les progrès de la science ne puissent nous fournir un jour prochain une théorie générale reliant d'une manière satisfaisante toutes nos observations.

